



Э.Ф.Герц  
В.В. Иванов  
Ю.В. Ефимов

# ГИДРО- И ПНЕВМОПРИВОД

Екатеринбург  
2016

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства

Э.Ф. Герц  
В.В. Иванов  
Ю.В. Ефимов

# **ГИДРО- И ПНЕВМОПРИВОД**

Учебно-методическое пособие  
для выполнения лабораторных работ  
для обучающихся очной и заочной форм обучения,  
направления 35.03.02 (250400.62) «Технология лесозаготовительных  
и деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург  
2016

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.  
Протокол № 2 от 07 октября 2015 г.

Рецензент: А.В. Солдатов, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и  
оборудования лесопромышленного производства

Редактор Р.В. Сайгина  
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

---

Подписано в печать 25.05.16		Поз. 69
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,09	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Целью лабораторных работ является самостоятельное изучение обучающимися основных элементов гидроприводов, основных параметров гидросистем и узлов, принципиальных гидравлических схем, основных правил эксплуатации современных лесозаготовительных машин.

Для предварительного ознакомления с некоторыми понятиями, общими положениями и требованиями, необходимыми для выполнения лабораторных работ, в методических указаниях приведены краткие сведения об объемном гидроприводе, об основных правилах по технике безопасности. Кроме того, в методических указаниях приведены из ГОСТ 2.701-84 условные графические обозначения элементов гидравлических и кинематических схем, которыми обучающимся придется пользоваться при выполнении заданий (приложение).

Перед началом работы получают необходимые инструменты, приборы, методические пособия. После общего ознакомления с установкой или станком производится детальное ознакомление с гидроприводом, составление его технических параметров, принципиальных гидравлических схем и эскизов отдельных элементов гидросистем.

При выполнении работы обучающиеся составляют индивидуальные технические отчеты в соответствии с требованиями ЕСКД. В отчете должны быть отражены все вопросы, решаемые в ходе выполнения лабораторной работы и предусмотренные заданием.

## **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕМНОМ ГИДРОПРИВОДЕ**

Гидропривод – совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов и машин посредством рабочей жидкости. Гидропривод состоит из объемной гидропередачи, включающей объемный насос и гидродвигатель; элементов управления (гидрораспределителя, регуляторы давления – предохранительный, редуцирующий, переливной и другие клапаны, регуляторы расхода – делители и сумматоры потоков, дроссели, гидравлические усилители и др.); вспомогательных устройств (фильтры, теплообменники, гидравлические реле давления и времени, демпфирующие устройства, гидроемкости: баки, гидроаккумуляторы, манометры и др.), обеспечивающих очистку рабочей жидкости, поддержание требуемых значений давления и температуры энергоносителя – рабочей жидкости.

Связь насоса с гидродвигателем осуществляется гидролиниями (трубы, гибкие рукава, коллекторы, подвижные соединения).

Объемная гидропередача, элементы управления, вспомогательные устройства объединяются в единую гидросистему.

В отличие от всех других известных типов привода (механического, электрического, пневматического и их комбинаций) гидропривод обладает только ему присущими достоинствами.

1. Большое быстродействие и наибольшая механическая и скоростная жесткость. Механическая жесткость - величина относительного позиционного изменения положения выходного звена под воздействием изменяющейся внешней нагрузки. Скоростная жесткость - относительное изменение скорости выходного звена при изменении приложенной к нему нагрузки.

2. Небольшие габариты и масса. Время разгона благодаря меньшему моменту инерции вращающихся частей не превышает долей секунды в отличие от электродвигателей, у которых время разгона может составлять несколько секунд.

3. Возможность бесступенчатого регулирования скоростей и подач для получения оптимальных режимов движения рабочего органа (оптимальные режимы резания, строгания, пиления и т.п.).

4. Плавность движений (долговечность инструмента), возможность автоматической регулировки нагрузок и скоростей.

5. Простота осуществления прямолинейных возвратно-поступательных движений, плавный реверс, легкость контроля за величинами давлений и усилий (по манометрам, реле давления и т.д.).

6. Независимость компоновки исполнительного органа (гидродвигателя) от расположения механических передач.

7. Простота управления и возможность автоматизации по заданной программе.

8. Стандартизация отдельных элементов устройства.

К недостаткам гидропривода относятся:

- потеря энергии жидкости на трение по длине и в местных сопротивлениях, ведущая к падению давления и снижению КПД;

- утечки и сжимаемость рабочей жидкости. Утечки снижают объемный КПД, затрудняют получение малых рабочих скоростей, вызывают неравномерность хода;

- влияние изменения температуры на изменение вязкости жидкости. Повышение температуры ведет к росту утечки, понижение – к росту потерь энергии на трение;

- проникновение воздуха в гидросистему ведет к неравномерности хода (сжатию воздушных подушек в гидроцилиндрах, толчкам) и к окислению масла (загрязнению узких проходов продуктами окисления – облитерации).

Отрицательные стороны устраняются конструкцией и тщательным выполнением узлов и деталей, например, при горизонтальном расположении гидроцилиндров подводящие жидкость патрубки следует располагать сверху во избежание образования воздушных подушек, а не снизу гидроцилиндра.

Скорость движения жидкости в гидролиниях ограничивают из-за роста потерь давления, сливные патрубки располагают ниже минимального уровня жидкости в баке во избежание захвата струей пузырьков воздуха.

Для наилучшего выделения из рабочей жидкости воздуха, пеногашения и осуществления теплообмена между рабочей жидкостью и окружающим пространством геометрический объем бака выбирают равным 2...3-минутному расходу насосом рабочей жидкости.

## **ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ**

При проведении лабораторных работ необходимо быть предельно внимательным и осторожным. Прежде всего, необходимо убедиться в отсутствии посторонних предметов, приборов и инструментов вблизи движущихся узлов и механизмов станка. При эскизировании узлов необходимо страховать пильные диски от проворачивания или перемещения.

### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

1. Включать станок без разрешения преподавателя или учебного мастера. О предстоящем включении должны быть оповещены все члены бригады.
2. Пускать в работу неисправный или неподготовленный к работе станок.
3. Регулировать или изучать станок, не отключенный от электрической сети.
4. Работать неисправной, некачественно заточенной или плохо разведенной пилой.
5. Производить распиловку до того, как пильный диск наберет полные обороты и установится нормальное давление в гидросистеме.
6. При работе пилы находиться в плоскости ее вращения.
7. Прикасаться к вращающимся или подвижным узлам работающего станка, а также к ограждениям пилы или ремней.
8. Оставлять включенный станок без надзора.
9. Очищать станок от опилок и обрезков до полной его остановки.
10. Останавливать вращающийся по инерции диск пилы руками или любыми предметами.
11. Производить замеры и эскизирование узлов без полного отключения станка от сети.

## Лабораторная работа 1

### ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ СТАНКА ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

#### Общие сведения об установке

АЦ-2М относится к круглопильным станкам для поперечной распиловки круглых лесоматериалов.

Применяется в составе линий по раскряжевке хлыстов на сортименты, дровяного долготья на коротье. Станок устанавливается в начале технологического потока по переработке хлыстов и длинномерных круглых лесоматериалов.

Циркулярная пила АЦ-2М (рис. 1) состоит из следующих основных узлов: станины 7, качающейся рамы (балансира) 4, на одном конце которой закреплен электродвигатель механизма пиления 5, а на другом – пильный диск 2 имеющий ограждение 1, роликового стола 8. Пильный диск вращается электродвигателем через клиноременную передачу 3. Опускание (рабочий ход) и подъем (холостой ход) пильного диска осуществляются гидравлическим цилиндром 6 механизма надвигания. Фиксация хлыстов во время пиления осуществляется двумя прижимными рычагами 9, насаженными на общий вал. Опускание прижимных рычагов и их подъем также осуществляются гидравлическим цилиндром. Оба гидроцилиндра расположены внутри станины станка. Там же расположена гидравлическая станция и система управления работой исполнительных органов – гидроцилиндров.

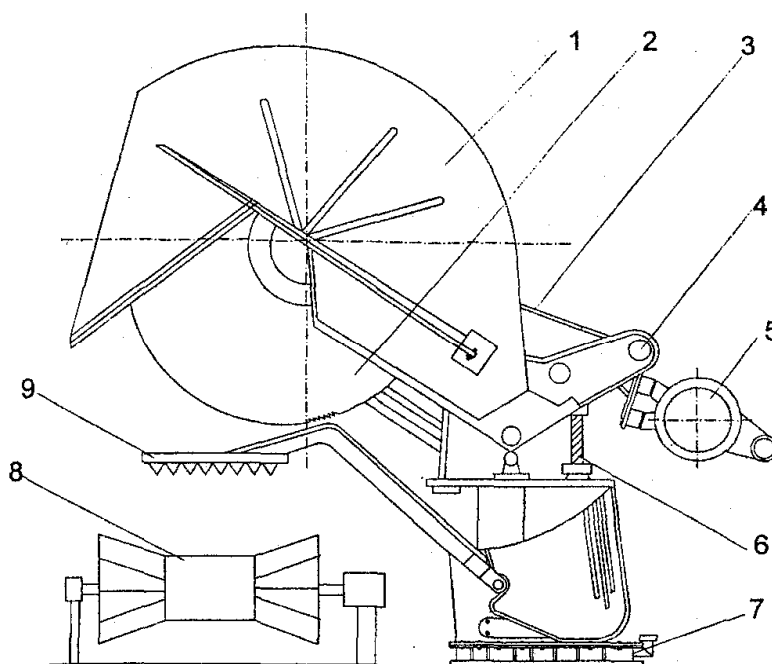


Рис. 1. Общий вид станка АЦ-2М

Основными элементами гидравлической системы являются: гидробак, гидравлический насос с приводом от электродвигателя, редукционный клапан, двухпозиционный распределитель, дроссель – регулятор скорости надвигания пилы, а также фильтр и обратный клапан. В одной из боковых стенок станины установлены конечные выключатели нижнего и верхнего положения, качающейся рамы и электромагниты, обеспечивающие переключение двухпозиционного гидравлического распределителя (золотника).

Кроме пилы АЦ-2М в составе линии по раскряжевке хлыстов на сортименты (или долготья на коротье) имеется еще целый ряд механизмов: механизм поштучной продольной подачи хлыстов под пилу, приемный стол для отмера сортиментов по длине и сброске отпиленных сортиментов, транспортер для уборки отходов. Линия имеет общий пульт управления всеми механизмами. Условные обозначения элементов гидросистемы приведены в приложении.

### Работа установки

Раскряжевка хлыстов на сортименты на линиях с балансирными пилами АЦ-2М происходит следующим образом: с помощью механизма продольной подачи распиливаемый хлыст перемещается на приемный стол. В зависимости от качества хлыста оператор подаёт команду на выдвижение одного из упоров механизма отмера длин. Эти упоры располагаются на расстоянии от 1 до 6,5 м от плоскости пильного диска.

При подходе к выдвижному упору механизма отмера длин хлыст действует на шторку упора, которая выключает механизм продольной подачи и останавливает хлыст. После чего включается электромагнит, обеспечивающий переключение гидравлического распределителя гидросистемы пилы АЦ-2М на подачу рабочей жидкости в бесштоковые полосы гидроцилиндров механизма надвигания пилы и прижима хлыстов. Оба гидроцилиндра присоединены к общей магистрали и работают от одного распределителя. Это обеспечивает одновременную подачу рабочей жидкости в гидроцилиндры прижимного устройства и механизма надвигания пилы. За счет того, что масса прижимных рычагов меньше массы механизма пиления, прижимные рычаги срабатывают раньше, чем пила коснется хлыста. Вал, на котором насажены прижимные рычаги, связан специальным рычажным устройством с иглой регулятора скорости (дросселя) надвигания пилы. Этот дроссель установлен на сливной магистрали гидроцилиндра надвигания пилы. При опускании на хлыст прижимных рычагов перемещается игла регулятора скорости надвигания пильного диска. Имея канавку переменного сечения, она регулирует слив масла из гидроцилиндра и этим автоматически устанавливает большую скорость надвигания при небольших диаметрах хлыста в месте пиления и меньшую при их увеличении. При окончании пиления, когда пила оказывается в нижнем положении,



следует команда на переключение двухпозиционного гидравлического распределителя. Рабочая жидкость начинает поступать под давлением в штоковые полости гидроцилиндров механизма пилы и прижимных рычагов, а из бесштоковых полостей гидроцилиндров происходит слив масла. С целью обеспечения максимальной скорости возврата пилы в исходное положение, вне зависимости от положения прижимных рычагов, в гидросхеме параллельно с дросселем, регулирующим скорость надвигания пилы, установлен обратный клапан.

После возврата пилы и прижимных рычагов в исходное положение электрическая система управления дает команду на сброску отпиленного сортимента и продольную подачу оставшейся части хлыста под пилу.

### Порядок выполнения лабораторной работы

Вначале необходимо ознакомиться с назначением, областью применения установки, ее основными узлами и механизмами, а также с порядком работы и техникой безопасности. Затем изучается гидросистема установки и составляется отчет, в котором отражается следующее:

- назначение, область применения АЦ-2М;
- краткое описание устройства (основные узлы);
- состав и характеристики узлов и элементов гидросистемы;
- гидравлическая схема установки;
- описание работы гидросистемы;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя:

Гидросистема установки АЦ-2М довольно проста, поэтому гидравлическую схему студенты составляют самостоятельно. Целесообразно сделать совместную гидрокинематическую схему, приняв за основу фронтальный вид со стороны подачи лесоматериалов под пилу. При составлении схемы обратить внимание на взаимодействие механизма прижима с дросселем, регулирующим скорость надвигания пильного диска.

### Лабораторная работа 2

#### ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ МАНИПУЛЯТОРА

##### Общие сведения о манипуляторе

Манипулятор ЛО-13С применяется в составе полуавтоматических линий по раскрывке хлыстов ЛО-15С и ЛО-15А для поштучной подачи хлыстов на подающий транспортер.

Манипулятор (рис.2) включает в себя два одностреловых манипулятора одинаковой конструкции. Каждый из них состоит из рамы 1, стрелы 3,

с закрепленным на ней шарниром, рукояти 6 и челюсти 8. На консоли стрелы установлен синхронизатор 4, обеспечивающий поворот гидроцилиндра синхронно с рукоятью в плоскости, перпендикулярной плоскости качания стрелы. Гидроцилиндр 2 обеспечивает перемещение стрелы, гидроцилиндр 5 поворачивает рукоять, и гидроцилиндр 7 замыкает и размыкает подвижной рычаг клещевого захвата. На конструкциях стрелы и рукояти закреплены трубопроводы, соединенные через штуцеры с рукавами высокого давления для подачи жидкости к гидроцилиндрам.

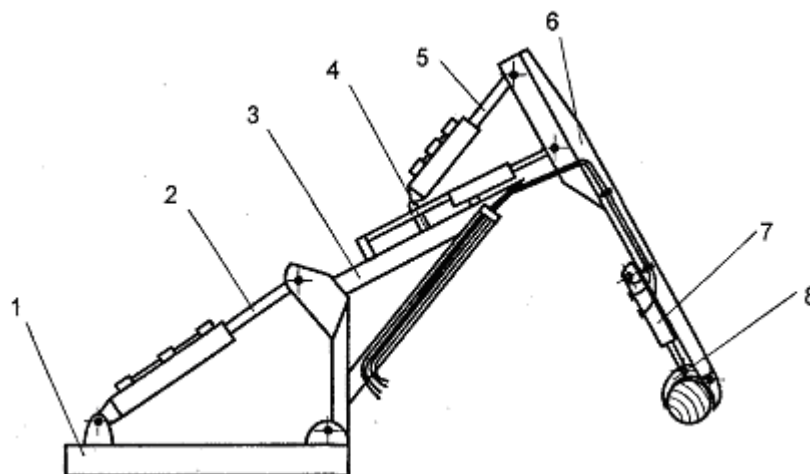


Рис. 2. Манипулятор двухстреловой ЛО-13С

Гидравлическая система (рис. 3) манипулятора ЛО-13С состоит из двух одинаковых по составу и назначению гидросистем.

В каждую из них входит бак Б, насос шестеренный Н, манометр МН, клапан предохранительный КП, распределители Р1 и Р2, гидроцилиндры Ц1 челюсти, Ц2 рукояти, Ц3 стрелы, фильтр Ф.

Рабочая жидкость из бака Б насосом Н нагнетается в напорную магистраль и при нейтральной позиции гидрораспределителей Р1 и Р2 через предохранительный клапан КП, фильтр Ф сливается обратно в бак Б. Для включения в работу любого из гидроцилиндров Ц1, Ц2, Ц3 следует перевести золотник в положение соответствующей секции трехпозиционного распределителя Р1 6/3 в левую или правую позицию. Управление распределителя Р1 ручное с возвратом в нейтральное положение пружинами. Рабочая жидкость поступает в этом случае в одну из полостей гидроцилиндров Ц1, Ц2, Ц3 и сливается из другой через распределитель Р1 и фильтр Ф в бак Б.

При необходимости поставить гидроцилиндр Ц2 рукояти в «плавающий» режим следует поставить распределитель Р2 в любую из позиций (левую или правую). При такой перестановке обе полости гидроцилиндра Ц2 соединяются со сливом. При включении переключателя ПВ1-2 гидрораспределитель Р2 возвращается пружинами в нейтральную позицию, «плавающий» режим гидроцилиндра Ц2 снимается.

При нейтральном положении гидрораспределителей рабочая жидкость поступает на слив через напорный клапан КП ( $P = 6,6 \text{ МПа}$ ). Давление в гидросистеме контролируется по манометру МН.

При загрязнении фильтра  $\Phi$  срабатывает встроенный в него предохранительный клапан.

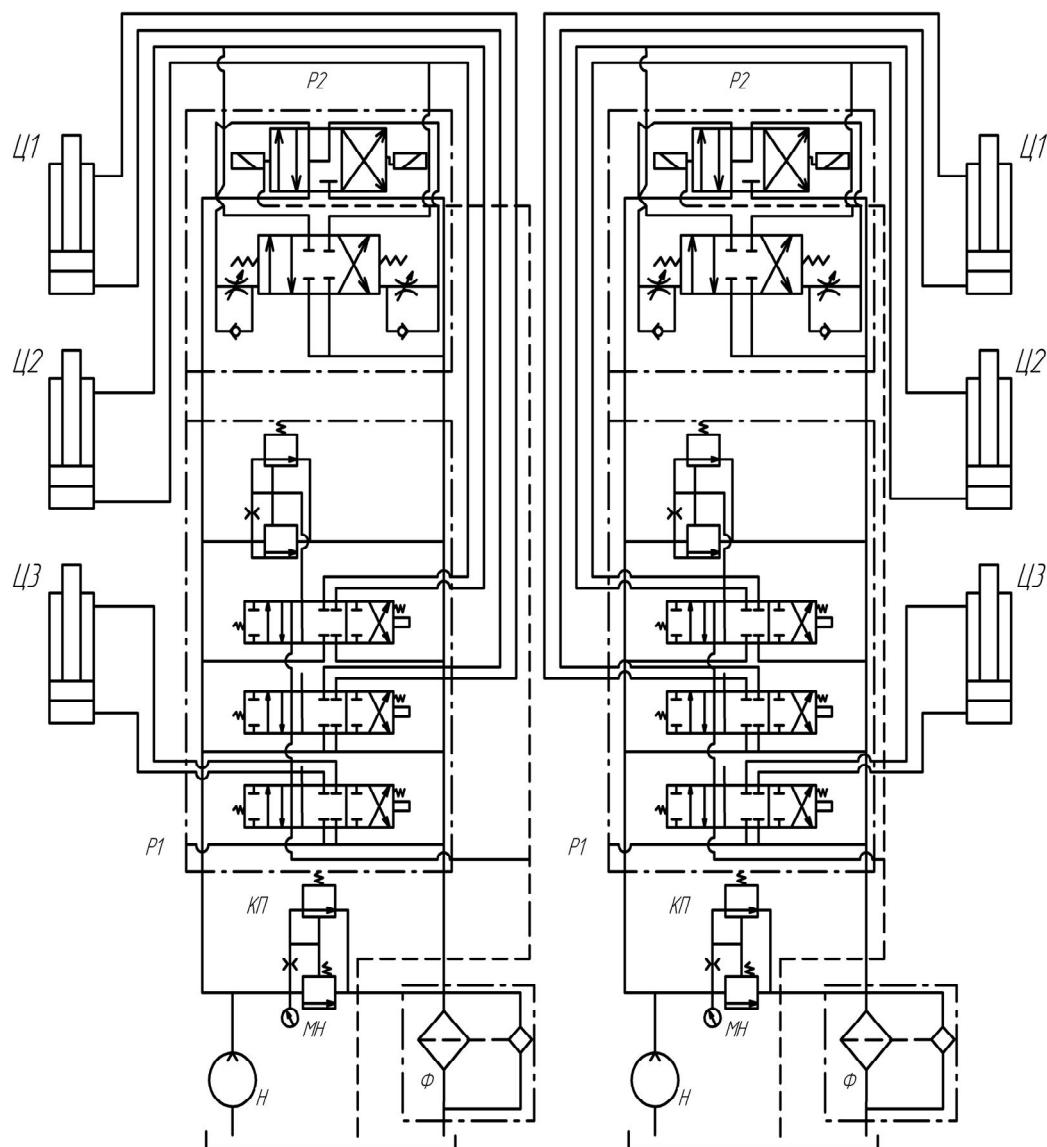


Рис. 3. Гидросистема манипулятора двухстрелового ЛО-13С:

Б – гидробак ( $V=270 \text{ л}$ ); Н- насос шестеренчатый НШ100-2 ( $Q=134,3 \text{ л/мин}$ ,  $P_{\text{ном}}=14 \text{ МПа}$ ); МН – манометр МТ-4; КП – клапан предохранительный ПГ 52-14;  
 P1 – распределитель P3-75 ( $Q_{\text{ном}}=85 \text{ л/мин}$ ); P2 – распределитель 44 ПГ73-24;  
 Ц1 – гидроцилиндр челюсти; Ц2 – гидроцилиндр рукояти; Ц3 – гидроцилиндр стрелы;  $\Phi$  – фильтр 1132-25

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение манипулятора ЛО-13С, область применения;
- краткое описание устройства;

- состав и характеристики узлов и элементов гидросистемы;
- принципиальная гидравлическая схема манипулятора;
- описание работы гидросистемы;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

### Лабораторная работа 3

## ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

### Общие сведения об установке

Установка ЛО-15А предназначена для раскряжевki хлыстов со средним объемом до  $0,75 \text{ м}^3$  на сортименты на нижних складах лесопромышленных предприятий.

В состав раскряжевочной установки ЛО-15А входят следующие основные механизмы:

- манипулятор двухстреловой ЛО-13С;
- блок раскряжевki, состоящий из двухцепного продольного транспортера и маятниковой пилы;
- стол приемный;
- скребковый транспортер отходов.

Описание конструкции и работы гидрооборудования манипулятора ЛО-13С рассмотрены выше.

В блок раскряжевki входят два основных механизма – подающий двухцепной транспортер и маятниковая пила (рис.4).

Подача хлыстов на раскряжевку производится двухцепным транспортером с приводом от электродвигателя 1. На раме приводной станции транспортера 13 с противоположной от маятниковой пилы стороны шарнирно закреплен двухплечий рычаг 14, одним концом которого он соединен с гидроцилиндром 12, а на втором, выполненном в виде консоли, на подшипниках установлен прижимной ролик 11.

Пила маятниковая состоит из двух основных узлов: станины и маятника. Станина 3 представляет сварную конструкцию, выполненную из труб, и служит для размещения на ней гидроцилиндра 5, трубопроводов электродвигателя пилы и ограждения 4. Маятник 7 состоит из нижней головки 10, верхней головки 6 и стержня маятника. На нижней головке размещается пильный диск 9. Вращающий момент пильному диску передается через шкивы от электродвигателя с помощью ременной передачи. Для натяжки ремней ременной передачи служит талреп 8. Верхняя головка маятника служит для соединения пилы со станиной через двухопорный узел.

Кран-укосина 2 предназначен для съема и установки пильных дисков, а также для выполнения грузовых работ при монтаже и текущих ремонтах приводной станции.

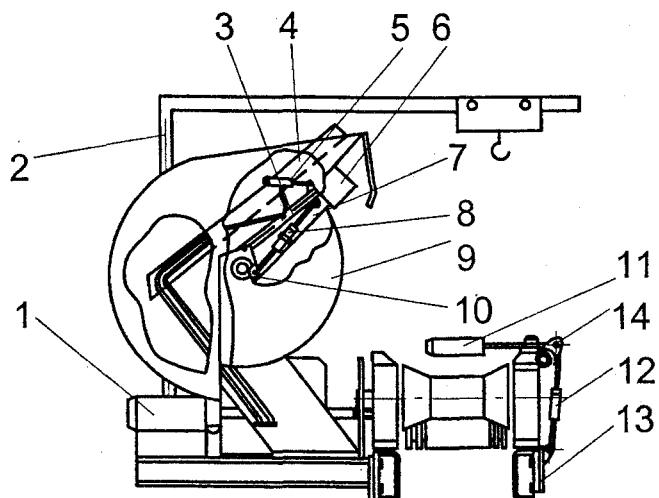


Рис. 4. Блок раскряжевки

Стол приемный (рис. 5) предназначен для отмера длин выпиливаемых сортиментов и сброса их на правую или левую стороны.

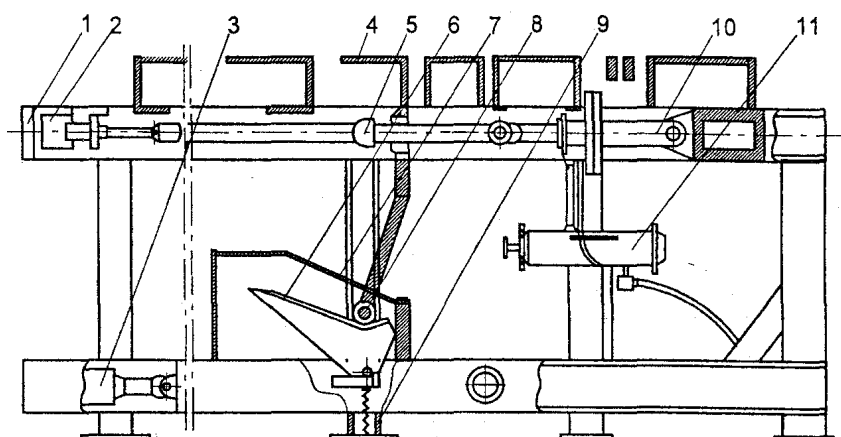


Рис. 5. Стол приемный

Он состоит из жесткой сварной рамы 1, на которой установлены шесть выдвижных упоров 4 с осями на роликах, механизма подъема упоров 6, механизма поглощения ударов и возврата хлыста, а также механизмов сброса отпиленных сортиментов.

Механизм подъема упоров состоит из отклоняющихся рычагов 6, скоб 7, электромагнитных защелок 9, смонтированных на горизонтальной шине, которая по роликам перемещается гидроцилиндром 3. При перемещении шины рычаги утапливаются под осями выдвижных упоров 4, кроме одного из них, который запирается магнитной защелкой 9. По этому рычагу ось 8 вместе с упором поднимается вверх.

Механизм поглощения ударов хлыста состоит из демпфера 10, тяги с кулачками 5 и индукционного датчика – выключателя 2. Отклоняясь под воздействием хлыста, поднятый упор 4 через кулачок и тягу отключает датчиком 2 подачу и плавно останавливает хлыст. Возврат торца хлыста на нулевую отметку отмера длины производится гидроцилиндром 11 через демпфер 10, тягу 5 и упор 4. Опускание упора происходит при возврате шины в исходное положение.

Сброска сортиментов со стола производится на обе стороны рычагами, заблокированными с откидными бортами. Сбрасыватели приводятся в действие гидроцилиндрами.

Транспортер отходов представляет собой одноцепной скребковый транспортер. Перемещение отходов осуществляется скребками нижней ветви цепи по деревянному лотку, обшитому внутри стальным листом. В лаборатории кафедры скребковый транспортер не смонтирован.

### Гидрооборудование раскряжевочной установки ЛО-15А

Гидрооборудование раскряжевочной установки ЛО-15А состоит из двух самостоятельных установок: гидрооборудования манипулятора ЛО-13С и гидрооборудования маятниковой пилы и приемного стола.

Гидрооборудование маятниковой пилы и приемного стола состоит из маслостанции, исполнительных гидроцилиндров и системы трубопроводов.

На рис.6 приведена принципиальная гидравлическая схема установки ЛО-15А. Масло из гидробака Б насосом Н нагнетается в напорную магистраль, по которой поступает к гидрораспределителям Р1...Р6 и к предохранительному клапану КП. При отключенном электромагните управления У1 предохранительного клапана КП масло под давлением разгрузки сливается через клапан КП и по сливной магистрали поступает в фильтр Ф, откуда сливается в бак. Таким образом осуществляется разгрузка насоса от давления при запуске электродвигателя насоса.

Для подъема давления в гидросистеме до рабочей величины необходимо включить электромагнит управления разгрузкой предохранительного клапана КП. При этом гидроцилиндры рабочих органов приходят в исходное положение. Если рабочие органы установки не совершают движений, то масло, нагнетаемое насосом, сливается через предохранительный клапан КП под давлением его настройки в сливную магистраль, откуда поступает в фильтр Ф и в бак Б. Величина рабочего давления контролируется манометром МН.

Работой каждого из гидроцилиндров Ц1...Ц5 и гидродемпфера механизма поглощения ударов, установленных на механизмах установки, управляют свои гидрораспределители Р1...Р6, которые подключены к напорной магистрали параллельно и обеспечивают выполнение рабочего движения исполнительных органов, а также их возврат и удержание в исходном положении.

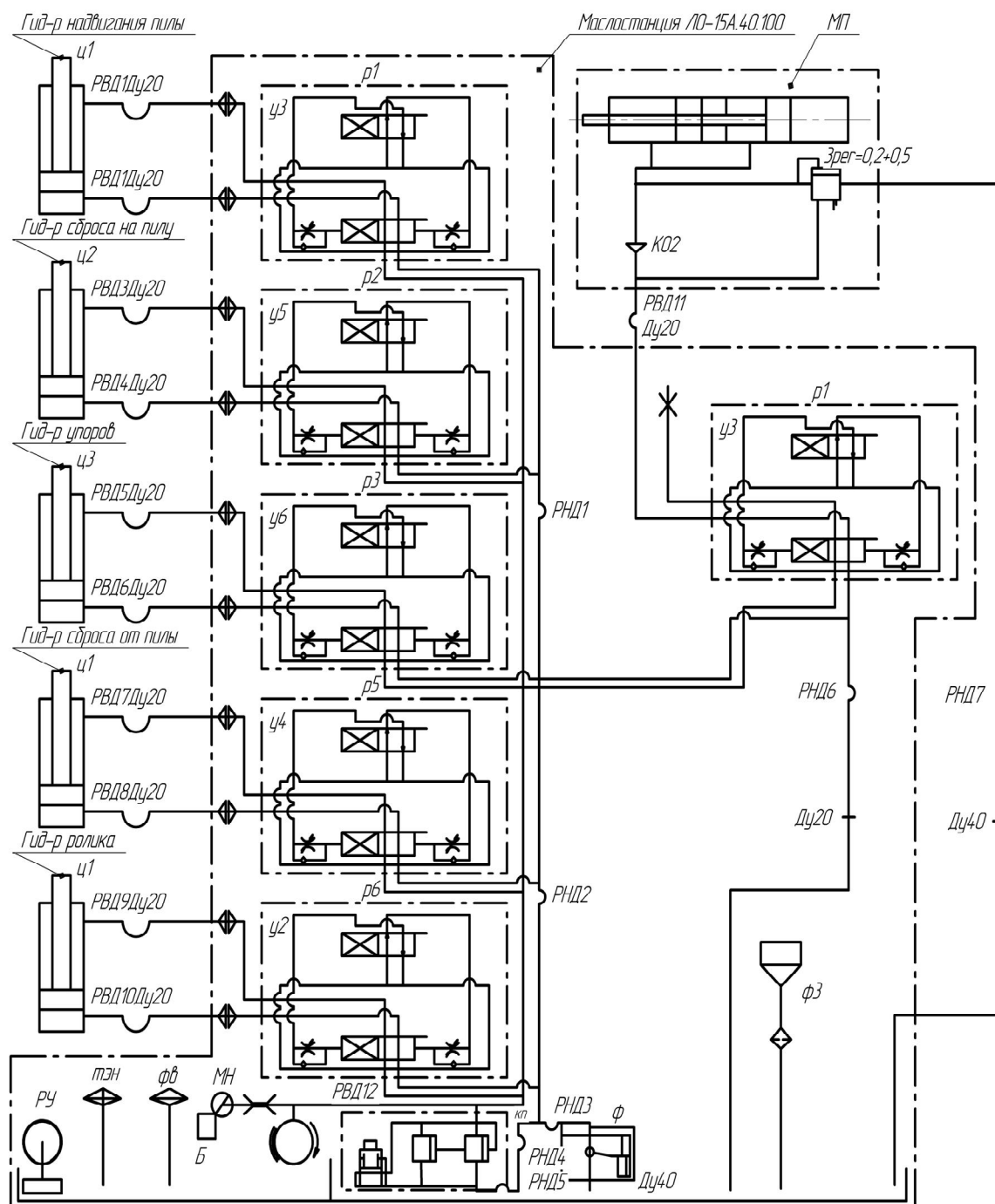


Рис. 6. Принципиальная схема гидрооборудования маятниковой пилы и приемного стола

Для включения в работу любого гидроцилиндра Ц1...Ц5 и гидродемпфера механизма поглощения МП нужно переместить соответствующий золотник гидрораспределителей Р1...Р6 в крайнее положение. Осуществляется это с помощью вспомогательных золотников (пилотов) управления, при включении соответствующих электромагнитов. Масло в этом

случае поступает по открывшемуся каналу в одну из полостей соответствующего гидроцилиндра. Одновременно из другой полости данного гидроцилиндра через этот же гидрораспределитель масло сливается через фильтр Ф в гидробак.

Защита насоса от перегрузок во время работы гидросистемы осуществляется предохранительным клапаном КП.

Регулирование скорости выдвижения маятника пилы осуществляется применением гидрораспределителя с ограничением хода золотников. Ограничив ход золотника гидрораспределителя Р1 в одну сторону, получим возможность изменять проходное сечение окна гидрораспределителя и тем самым регулировать скорость. При ходе золотника гидрораспределителя в другую сторону подъем маятника пилы будет осуществляться с максимальной скоростью. Обратный клапан КО1 служит для удержания маятника пилы в верхнем положении при включении других гидрораспределителей, управляющих гидроцилиндрами.

Механизм поглощения МП состоит из гидродемпфера и прямодействующего предохранительного клапана большого расхода. Он служит для гашения кинетической энергии движущегося хлыста и обеспечения заданной точности отмера длин сортиментов. Механизм поглощения подключается через обратный клапан КО2 к гидрораспределителю Р4. Полость гидродемпфера через распределитель соединена со сливом, для подачи давления в гидродемпфер необходимо включить гидрораспределитель Р4. Предохранительный клапан гидродемпфера соединен трубопроводом непосредственно с баком.

### Маслостанция установки

Маслостанция установки (рис.7) состоит из корпуса-бака 1, на верхней крышке которого расположены панели с контрольно-регулирующей аппаратурой. Внутри бака расположена перегородка, разделяющая его на сливной и заборный отсеки, в передней стенке корпуса бака установлено два электронагревательных прибора 2. На этой же стенке закреплена клеммная коробка 3, от которой в трубе выполнена разводка проводов к электромагнитам гидрораспределителей и узлу управления разгрузкой.

В верхней крышке бака установлен сифон 10 для подачи масла в насос. Сифон имеет кран 8 предварительного заполнения насоса перед его запуском. В верхней части сифона расположена пробка 9, служащая для разрыва струи масла при демонтаже насоса. На стойке 4 установлена монтажная плита 5 со смонтированным предохранительным клапаном 6, который служит для установки величины рабочего давления в гидросистеме и защиты насоса во время работы.



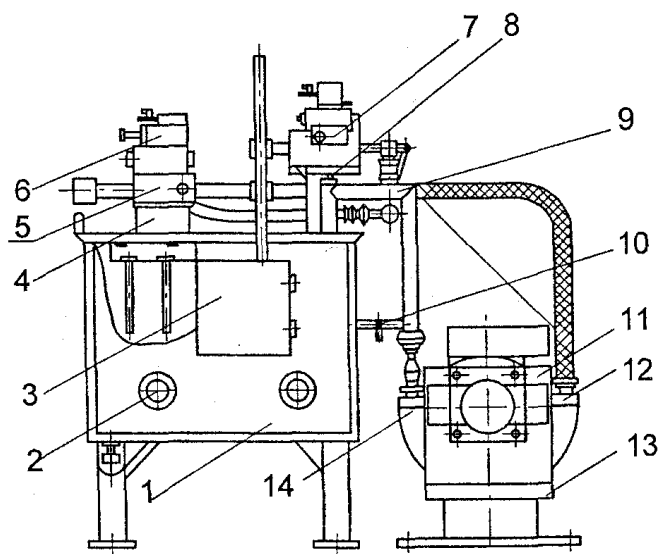


Рис. 7. Маслостанция. Вид сбоку

Гидропривод состоит из рамы 13, насоса 11, соединенного зубчатой муфтой с электродвигателем 21 (рис.8). К входному фланцу насоса прикреплен всасывающий патрубок 14, на выходном фланце насоса установлен напорный патрубок 12.

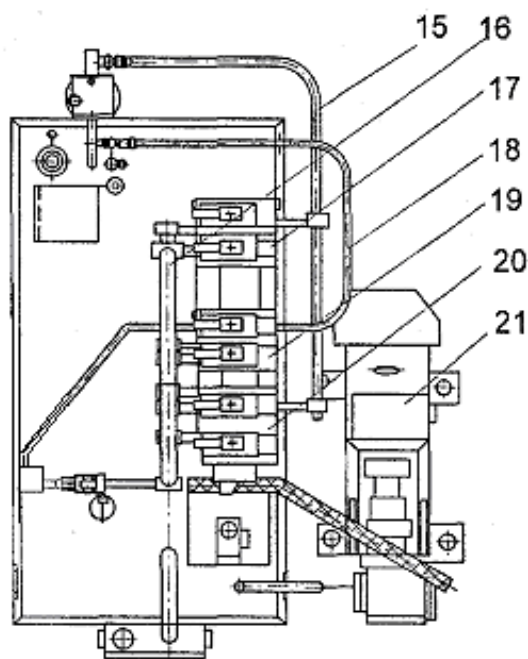


Рис. 8. Маслостанция. Вид сверху

На верхней крышке бака (рис. 8) смонтирована стойка 18 с монтажными плитами гидрораспределителей. На монтажной плите 17 установлены гидрораспределители управления гидроцилиндрами прижимного ролика и управления сбрасыванием бревна влево от пилы. На монтажной плите 19

установлены гидрораспределители управления гидроцилиндрами подъема-опускания упора и управления демпфером механизма поглощения.

На монтажной плите 20 установлены гидрораспределители управления гидроцилиндрами сбрасывания (вправо от пилы) и надвигания маятника пилы. На этой же плите установлен обратный клапан стыкового исполнения 7 (рис. 7), служащий для удержания маятника пилы в верхнем положении при срабатывании других гидроцилиндров. Монтажные плиты соединены напорным трубопроводом 16. Сливной трубопровод 15 соединяет монтажные плиты 17 и 20. От монтажной плиты 19 сливной трубопровод выполнен отдельно.

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение установки ЛО-15А;
- краткое описание устройства блока раскряжевки и приемного стола;
- состав и характеристика узлов и элементов гидросистемы ЛО-15А;
- гидравлическая схема блока раскряжевки и приемного стола;
- описание работы гидрооборудования установки;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

#### **Лабораторная работа 4**

### **ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ СУЧКОРЕЗНОЙ МАШИНЫ**

#### **Общие сведения о машине**

Сучкорезная машина ЛП-30Б смонтирована на тракторе ТДТ-55А. Она предназначена для срезания сучьев с поваленных деревьев в лесонасаждениях со средним объемом хлыста до 0,5 м<sup>3</sup>. Конструкция машины позволяет обрезать сучья при продольном перемещении дерева за комель и за вершину.

Технологическое оборудование машины состоит из стрелы, сучкорезной и приемной головок, каретки механизма протаскивания и канатоблочной системы.

Стрела машины представляет собой сварную балку коробчатого сечения, шарнирно закрепленную на колонне, имеет возможность посредством двух гидроцилиндров поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. На одном конце стрелы крепятся сучкорезная, а на другом – приемная головки.

Сучкорезная головка служит для обрезки сучьев и одновременно для подачи дерева в захват каретки механизма протаскивания. Она имеет один верхний и два боковых жестких серповидных ножа. Боковые ножи с помощью зубчатых секторов, входящих в зацепление с зубчатой рейкой, связанной со штоком гидроцилиндра, поворачиваются на осях, раскрывая и

закрывая сучкорезную головку. Верхний нож установлен на штанге и перемещается в вертикальной плоскости отдельным гидроцилиндром. Для последовательного прижатия вначале боковых, а затем верхнего ножей к поверхности ствола предусмотрен гидравлический клапан согласования.

Приемная головка поддерживает ствол дерева в процессе протаскивания, частично защищая сучья на нижней части ствола.

Приемная головка имеет только два боковых серповидных ножа, которые поворачиваются, прижимаясь к поверхности ствола с помощью гидроцилиндра и зубчатых секторов.

Каретка механизма протаскивания перемещается в направляющих стрелы с помощью лебедки и канатно-блочной системы. Зажим ствола дерева на каретке осуществляется двумя поворотными рычагами с зубчатыми секторами.

### Гидросистема машины ЛП-30Б

Гидросистема машины ЛП-30Б (рис.9) включает в себя: гидробак 1 для рабочей жидкости объемом 95 л, шестеренный насос 14 НШ-46У, гидрораспределители 12 и 16 Р75-ПЗ и Р75-23, фильтр 13, гидроцилиндры 3, 6, 7, 8 и 9, клапан согласования 4, дроссели 5, перепускной клапан 10 и трубопроводы 15.

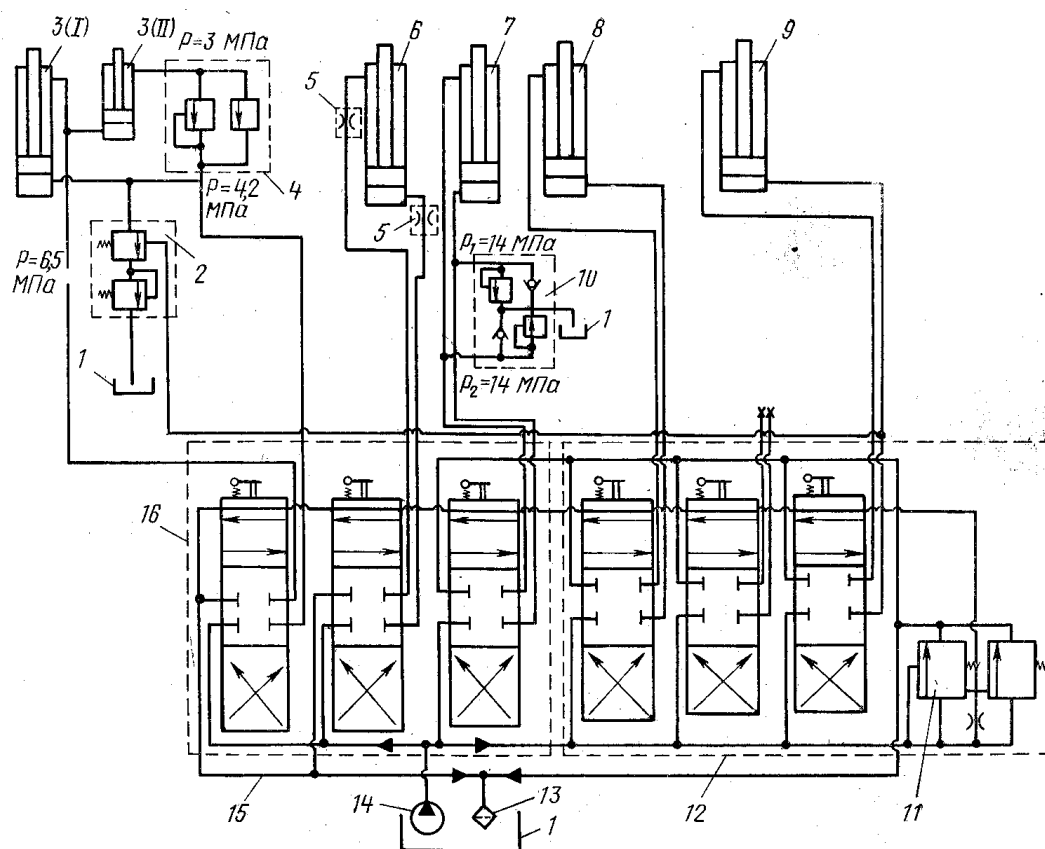


Рис. 9. Гидросистема самоходной сучкорезной машины ЛП-30Б

Бак 3, гидронасос 14, гидрораспределитель 16, масляный фильтр 13 и гидроцилиндры 3 толкателя используются от трактора ТДТ-55А. Гидрораспределители 12 и 16 установлены на задней стенке кабины. Перепускной клапан 10 закреплен на трубопроводах сливной магистрали и гидроцилиндра 7 поворота стрелы, а клапан согласования 4 – на корпусе сучкорезной головки.

Для снижения скорости опускания и подъема стрелы в штуцеры штоковой и поршневой полостей гидроцилиндра 7 установлены дроссели 5 с отверстием диаметром 3 мм.

Переливной клапан распределителя 12 отключен, а предохранительный снят и вместо него установлен штуцер, соединенный трубопроводом с магистралью управления распределителя 3. Из переливного клапана распределителя 12 удалена пружина и заменена штифтом, а дроссельное отверстие заглушено.

В гидрораспределителе 16 магистраль управления отделена от полости спина штуцером и прокладкой, а предохранительный клапан отрегулирован на давление  $(10 + 0,5)$  МПа.

Золотники гидрораспределителей, кроме золотника управления гидроцилиндрами сучкорезной головки, не фиксируются в крайних положениях.

Клапан согласования 4 обеспечивает последовательное закрытие ножей сучкорезной головки, в его корпус встроены два одинаковых клапана, отрегулированных на разное давление: 3...4 МПа и 1..3 МПа. Первый клапан связан с гидроцилиндром боковых ножей, а второй – с гидроцилиндром верхнего ножа. При достижении в поршневой полости гидроцилиндра давления 3...4 МПа боковые ножи закрываются, после чего вступает в действие гидроцилиндр верхнего ножа. Перепускной клапан 10 предохраняет гидросистему от кратковременных перегрузок, он состоит из двух предохранительных и двух обратных клапанов. Предохранительные клапаны отрегулированы на давление 14 МПа. Перепускной клапан подключен параллельно гидроцилиндру поворота стрелы и сбрасывает рабочую жидкость в бак при возрастании давления в гидроцилиндре поворота выше 14 МПа. Увеличение давления может возникнуть при наезде стрелы на препятствие, и тогда рабочая жидкость начинает поступать в сливную магистраль, а из сливной магистрали через обратный клапан в противоположную полость гидроцилиндра для компенсации разрежения в ней.

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение машины ЛП-30Б;
- краткое описание технологического оборудования машины;
- состав и характеристики узлов и механизмов гидросистемы ЛП-30Б
- принципиальная гидравлическая схема машины;
- описание работы гидросистемы;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

## Лабораторная работа 5

### ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

#### Общие сведения о тракторе

Машина трелевочная ЛП-18А выполнена на базе трактора ТТ-4М и предназначена для бесчokerной трелевки в лесонасаждениях с равнинным и слабохолмистым рельефом.

Навесное оборудование ЛП-18А включает манипулятор и зажимной коник. Применение этого оборудования полностью механизмирует процесс погрузки и формирования пачки деревьев или хлыстов непосредственно на конике трактора.

Гидроманипулятор представляет собой неполноповоротную стрелу с рукоятью и клещевым захватом двухстороннего действия. Поворот стрелы, закрепленной на колонне, осуществляется гидроцилиндром, шток которого закреплен на кронштейне колонны. Поворот стрелы, рукояти и рычагов клещевого захвата осуществляется гидроцилиндрами.

На конике машины закрепляется пачка деревьев или хлыстов канатной петлей с помощью барабана лебедки. Раскрытие петли достигается двумя вспомогательными канатами при перемещении вверх штоков стоек – гидроцилиндров. Для погрузки дерева или хлыста поворотом коника раскрытая канатная петля откидывается к кабине. После погрузки обратным поворотом коника канатная петля надевается на комли пачки и затягивается лебедкой.

#### Гидросистема трактора ЛП-18А

Принципиальная схема гидросистемы трактора ЛП-18А приведена на рис. 10. Как видно из схемы, в гидросистему входят две подсистемы. Каждая подсистема имеет свой насос, распределитель, гидроцилиндры и другое оборудование. Первая подсистема гидропривода обслуживает гидроцилиндры щита, захвата и поворота колонны. Рабочая жидкость в этой подсистеме из бака 9 через подогреватель 8 и запорный кран 7 поступает в насос 4 НШ-50-Л с расходом 68 л/мин. Насос приводится во вращение от двигателя трактора и развивает рабочее давление до 10 МПа. От насоса рабочая жидкость поступает в напорную магистраль 5, затем к распределителю 6 Р75-ВЗ (расход 75 л/мин) и далее к гидроцилиндрам щита 12, захвата 13 и поворота колонны 14. При подаче рабочей жидкости в штоковую полость гидроцилиндра 13 челюсти захвата раскрываются, а при подаче в поршневую полость закрываются.

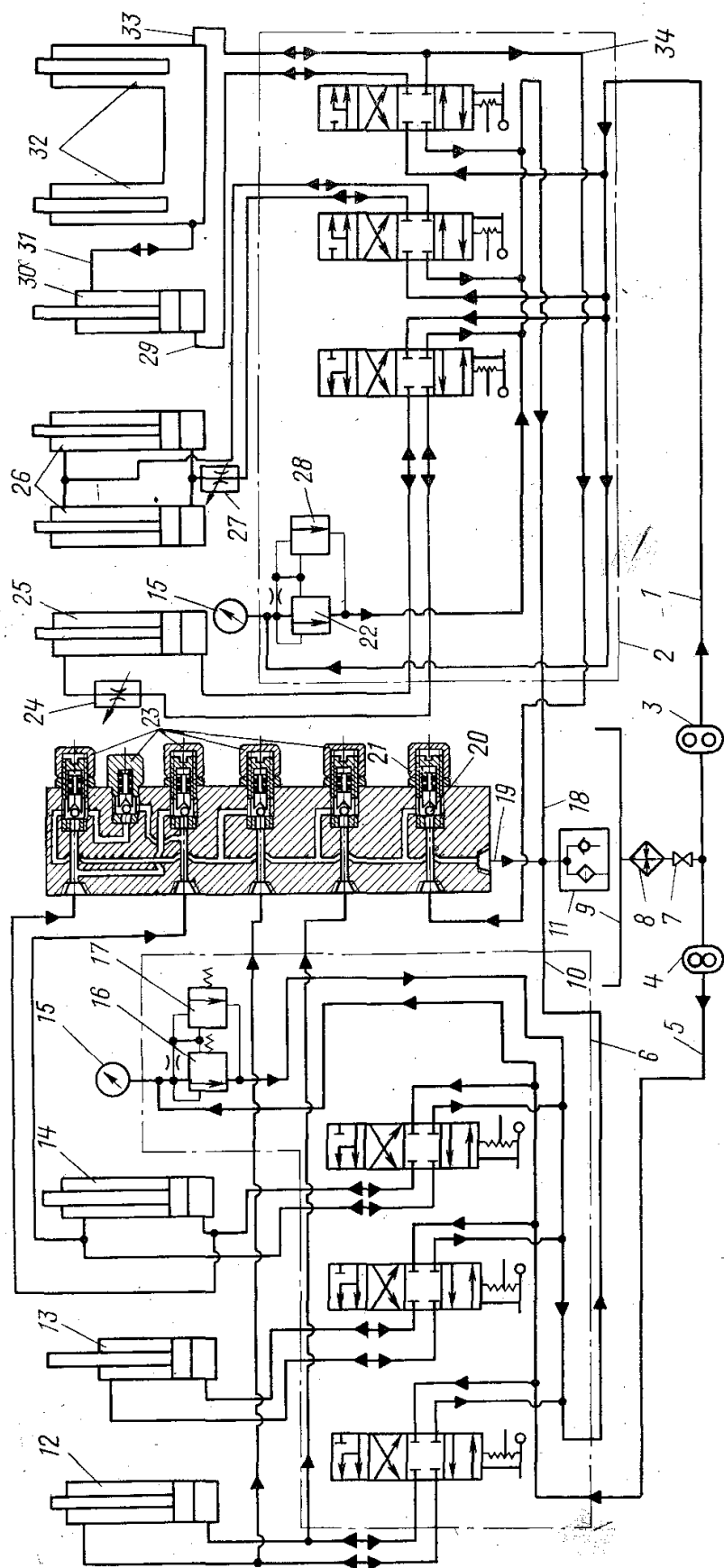


Рис. 10. Гидросистема трактора ЛП-18А

Вытесняемая из гидроцилиндров жидкость через распределитель поступает в сливную магистраль 10 и далее через фильтр 11 – в гидробак. Для снижения давления в гидроцилиндрах 12 и 14 служат предохранительные клапаны 23, расположенные в блоке 20, где имеется сливной канал 10.

Вторая подсистема гидропривода приводит в движение поршни гидроцилиндров рукояти, поворота канатосъемника и плунжерные цилиндры канатосъемника. Работает эта подсистема следующим образом.

Рабочая жидкость насосом 3 НШ100-2 с расходом 140 л/мин рабочим давлением 10 МПа подается в напорную магистраль 1 к распределителю 2 Р-150-133-Т (расход 150 л/мин). От распределителя жидкость подводится к гидроцилиндрам рукояти 25, стрелы 26, поворота канатосъемника 30 и плунжерным гидроцилиндрам канатосъемника 32. Вытесняемая из гидроцилиндров жидкость поступает через гидрораспределитель в сливную магистраль 18, фильтр 11 и далее в бак 9.

Гидроцилиндр рукояти 25 работает от первой секции гидрораспределителя 2. В магистрали штоковой полости гидроцилиндра 25 для уменьшения скорости принудительного опускания рукояти установлен регулируемый дроссель 24. Гидроцилиндры стрелы работают от второй секции распределителя 2. Для уменьшения скорости принудительного опускания стрелы в магистрали подвода жидкости к поршневым полостям гидроцилиндров установлен регулируемый дроссель 27.

Гидроцилиндр поворота канатосъемника 30 и плунжерные цилиндры 32 работают от третьей секции распределителя 2 и соединены между собой трубопроводами 31, 33, а подвод жидкости осуществляется по трубопроводу 29.

Растягивание и сбрасывание петли каната, удерживающего пачку деревьев, затягивание петли производятся плунжерными цилиндрами и гидроцилиндром 30. Для исключения обрыва растяжек петли и предохранения гидросистемы от перегрузок при затягивании петли служит предохранительный клапан 21.

При включении любого золотника в рабочее положение в случае перегрузки срабатывает предохранительный клапан 28. Переливной золотник 16 и предохранительный клапан 17 выполняют аналогичные функции в распределителе 6. Для контроля давления служат манометры 15.

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение трактора ЛП-18А;
- краткое описание устройства технологического оборудования;
- состав и характеристики узлов и элементов гидросистемы;
- принципиальная схема гидросистемы;
- описание работы гидросистемы;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

## Лабораторная работа 6

### ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ГИДРОСИСТЕМЫ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЙ МАШИНЫ

#### Общие сведения о машине

Машина ЛП-2 предназначена для валки и пакетирования деревьев в лесонасаждениях с равнинным рельефом и средним объемом хлыста 0,4 м<sup>3</sup>.

Навесное оборудование машины ЛП-2 установлено на тракторе ТДТ-55А. Машина имеет две кабины, одна из которых помещается на поворотной платформе. На этой же платформе шарнирно закреплена стрела манипулятора, шарнирно сочлененная с рукоятью, на другом конце которой закреплено захватно-срезающее устройство. Захватно-срезающее устройство состоит из стойки и двух зажимов с неподвижным и поворотным рычагами. Срезающее устройство смонтировано в нижней части стойки. Оно состоит из аксиально-поршневого двигателя, пильной шины, звездочек и пильной цепи ПЦУ-20. Пильный аппарат в процессе пиления надвигается с помощью гидроцилиндра. Поворот стрелы, рукояти, стойки захватно-срезающего устройства и зажимных рычагов производится также посредством гидроцилиндров. Поворот платформы осуществляется аксиально-поршневым гидродвигателем через зубчатую передачу.

Для формирования пакета деревьев и удержания его при переездах машина ЛП-2 имеет коник с двумя зажимными рычагами. Машина снабжена аутригерами и бульдозерным ножом. Поворот зажимных рычагов коника, подъем и опускание аутригеров и бульдозерного ножа производятся гидроцилиндрами.

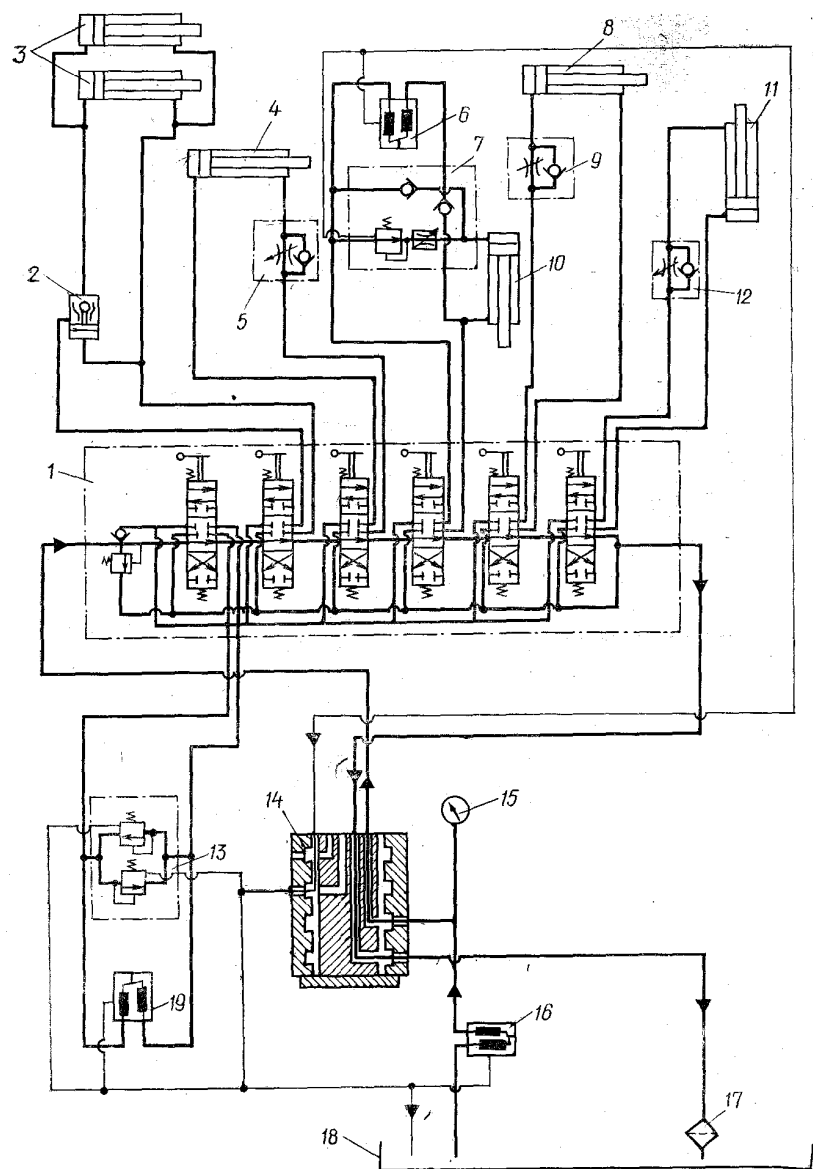
#### Гидросистема машины ЛП-2

Гидросистема машины ЛП-2 состоит из двух самостоятельных подсистем. Один гидропривод смонтирован на поворотной платформе машины (рис. 11,а), а другой – на неповоротной части машины (рис. 11,б). Каждый гидропривод имеет свой гидробак, гидронасосы, гидрораспределители, гидроцилиндры, контрольно-регулирующую аппаратуру, фильтры и трубопроводы.

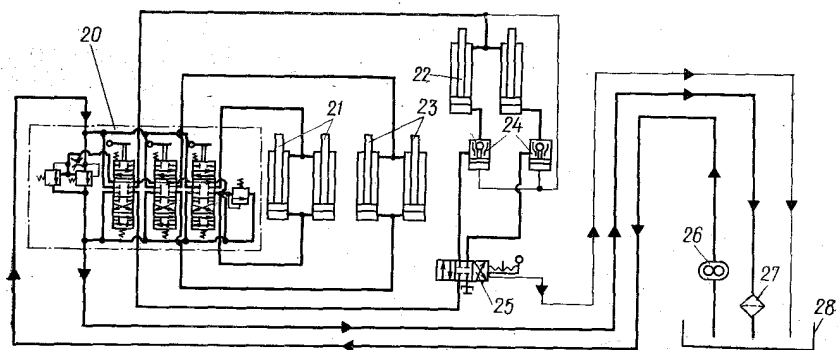
Работа гидропривода, установленного на поворотной платформе, осуществляется в следующем порядке: рабочая жидкость из гидробака 18 (рис. 11,а) аксиально-поршневым насосом 16 типа 210.25, приводимым во вращение коленчатым валом двигателя машины, поступает в гидроколлектор 14. Через него жидкость поступает на поворотную платформу к гидрораспределителю 1, управляемому из кабины оператора. В напорной секции распределителя имеются обратный и предохранительный клапаны. При нейтральном положении золотников всех секций гидрораспределителя



рабочая жидкость через переливной канал поступает в сливную магистраль и затем через фильтр 17 в бак 18.



а



б

Рис. 11. Гидросистема валочно-пакетирующей машины ЛП-2:  
а – гидропривод, расположенный на поворотной платформе машины;  
б – гидропривод, расположенный на неповоротной части машины

К распределителю 1 подсоединены гидроцилиндры: зажимных рычагов рукояти 3, поворота верхней стойки захвата 4, подъема и опускания стрелы 8, подъема и опускания рукояти 11 и поворота шины 10. К этому распределителю подключены также гидродвигатели 19 и 6 механизмов поворота платформы и привода пильного аппарата. В гидролинию двигателя 19 включен предохранительный клапан 13, а в гидролинии цилиндров 4, 8 и 11 обратные клапаны и дроссели 5, 9, 12.

Механизм срезания работает следующим образом. Жидкость от распределителя 1 поступает в коробку клапанов 7, где поток жидкости разделяется, часть его поступает через редукционный клапан и дроссель в поршневую полость гидроцилиндра 10 надвигания шины, а другая подается к гидродвигателю 6 привода пильного механизма. Таким образом, одновременно происходит пиление и подача пильной шины, т.е. дерево срезается. При подаче жидкости в штоковую полость гидроцилиндра 10 гидродвигатель 6 не работает. От самопроизвольного раскрытия зажимные рычаги под действием массы дерева удерживает гидрозамок 2.

Для плавного перемещения рабочих органов в соответствующие полости гидроцилиндров включены регулируемые дроссели и обратные клапаны, показанные на рис.11,а. Давление в системе контролируется манометром 15.

На неповоротной части машины гидропривод работает по следующей схеме (рис.11,б). Из бака 28 насосом 26 НШ-46 рабочая жидкость подается к распределителю 20, к которому подключены гидроцилиндры рычагов коника 21, навески толкателя 23 и аутригеров 22. При включении гидроцилиндров аутригеров рабочая жидкость поступает к напорной полости распределителя 20, обеспечивающего раздельное управление гидроцилиндрами 22. Перемещая рукоятку управления распределителем 25 в разные стороны, рабочая жидкость направляется в поршневую полость гидроцилиндра правого или левого аутригера, чем обеспечивается поочередное опускание их на грунт. На магистралях от распределителя к гидроцилиндрам аутригеров установлены гидрозамки 24, которые пропускают жидкость в поршневую полость и перекрывают ей выход, тем самым надежно удерживая аутригеры в рабочем положении.

При нейтральном положении золотников распределителя 20 жидкость от насоса 26 через переливные каналы поступает в сливную магистраль и далее через фильтр 27 в бак 28.

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение машины ЛП-2;
- краткое описание устройства технологического оборудования;
- состав и характеристика узлов и элементов гидросистемы;
- принципиальная гидравлическая схема машины ЛП-2;
- описание работы гидросистемы;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

## Лабораторная работа 7

### ПРИНЦИПИЛЬНАЯ СХЕМА ПНЕВМОСИСТЕМЫ БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛЯ

#### Общие сведения

Сбрасыватель брусьев горизонтальный (рис.12) используется для сброски пиленных лесоматериалов в лесоперерабатывающих цехах и его надежная работа требует отсутствия влажного воздуха.

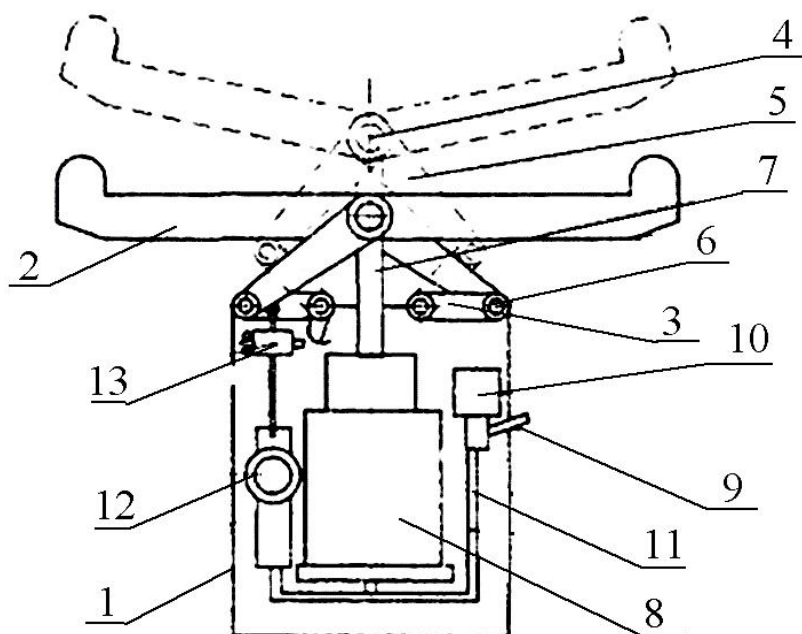


Рис. 12. Пневматический бревносбрасыватель:

- 1 – корпус; 2 – рычаг-толкатель; 3 – промежуточный рычаг;
- 4 – ось штока поршня; 5 – плечо рычага малое; 6 – шарнир;
- 7 – шток поршня; 8 – цилиндр; 9 – клапан воздушный; 10 – электромагнит;
- 11 – трубопровод; 12 – клапан сброса давления; 13 – выключатель конечный

Пневматическая система приводится в действие от электродвигателя через компрессор, который подает сжатый воздух в баллон. Когда бревно, перемещаясь по транспортеру, давит на упор, то конечный выключатель подает сигнал на электромагнит крана, сердечник втягивается, увлекая за собой золотник, и воздух из баллона поступает в цилиндр. Под давлением воздуха поршень, перемещаясь через систему рычагов, сталкивает бревно. Одновременно с движением рычагов перемещается ползунок, который своим корпусом нажимает на кнопку выпускного крана. Одновременно с этим рычаг нажимает на кнопку конечного выключателя, которым отключает электромагнит впускного крана. Подача воздуха в систему прекращается,

а мощная пружина в цилиндре возвращает поршень в исходное положение, вытесняя воздух через клапан в атмосферу.

Состав отчета по лабораторной работе:

- назначение и область применения сбрасывателя бревен;
- технические возможности;
- изобразить и кратко описать основные пневматические элементы, входящие в состав компоновочной схемы;
- изобразить пневматическую схему сбрасывателя бревен;
- индивидуальное задание по указанию преподавателя.

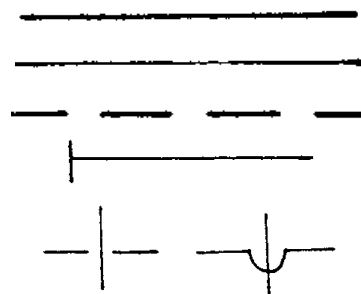
## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багин, Ю.И. Гидросистемы лесозаготовительных машин (эксплуатация и ремонт) [Текст] / Ю.И. Багин, Д.Д. Ерахтин. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 231 с.
2. Галдин, Н.С. Элементы объемных гидроприводов мобильных машин. Справочные материалы [Текст]: учеб. пособие / Н.С. Галдин. Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. 127 с.
3. Добрачев, А.А. Оборудование нижних складов лесопромышленных предприятий [Текст]: учеб.-метод. пособие / А.А. Добрачев, Б.Е. Меньшиков. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 121 с.
4. Лебедев, Н.И. Гидравлика, гидравлические машины и объемный гидропривод [Текст]: учеб. пособие по дисциплине «Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод» / Н.И. Лебедев. М.: МГУЛ, 2000. 232 с.
5. Лозовецкий, В.В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лозовецкий. СПб.: Лань, 2012. 560 с.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОСИСТЕМЫ ПО ГОСТ 2.701-84

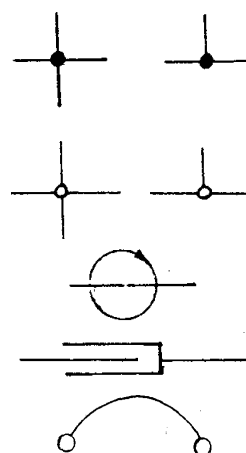
### 1. Гидролинии:

- магистральные
- управления
- дренажные
- перекрытая линия
- перекрещивание трубопроводов



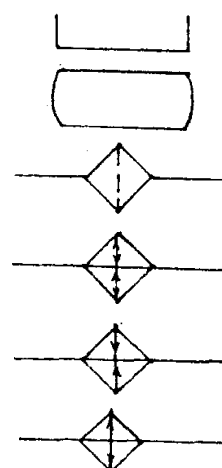
### 2. Соединения трубопроводов:

- неразборное
- разборное
- шарнирное
- телескопическое
- гибкий трубопровод



### 3. Гидробак:

- без поддавления
- с поддавлением
- масляный фильтр
- терморегулятор
- подогреватель
- охладитель



### 4. Гидроаккумулятор:

- грузовой



- пружинный



- гидрогазовый



- манометр



- реле давления



- термометр



- термореле



## 5. Гидронасос:

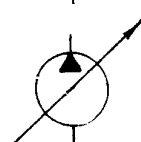
- нереверсивный нерегулируемый



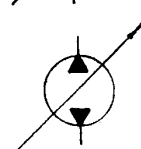
- реверсивный нерегулируемый



- нереверсивный регулируемый



- реверсивный регулируемый



## 6. Гидромотор:

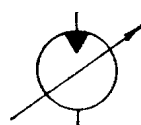
- нереверсивный нерегулируемый



- реверсивный нерегулируемый



- нереверсивный регулируемый



- реверсивный регулируемый

- реверсивный неполноповоротный

- насос-мотор регулируемый

- насос ручной

- насос шестеренчатый

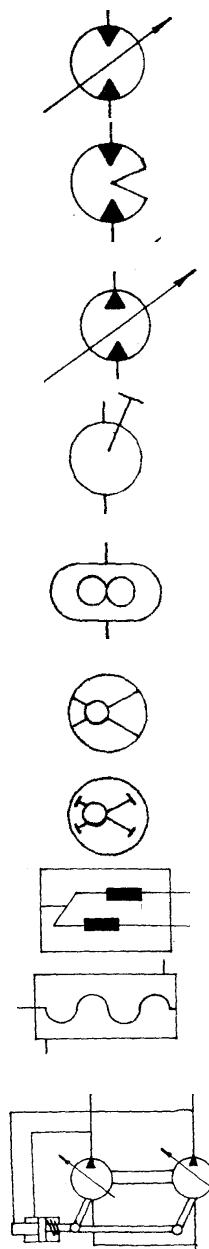
- насос ротационный лопастной

- насос ротационный поршневой

- насос аксиально-поршневой

- насос винтовой

- насос сдвоенный с регулятором мощности



## 7. Гидроцилиндры:

- общее обозначение

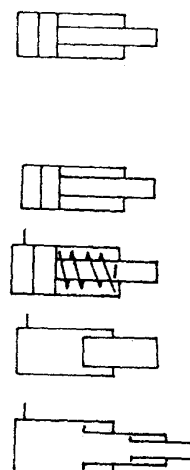
Гидроцилиндр одностороннего действия:

- без указания способа возврата штока

- с возвратной пружиной

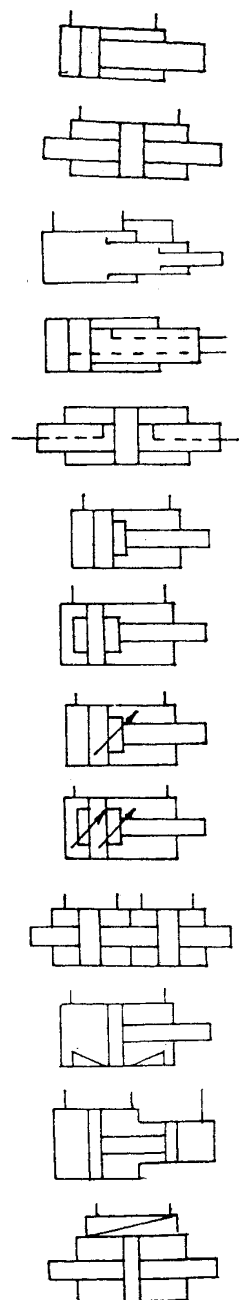
- плунжерный

- телескопический



Гидроцилиндр двустороннего действия:

- с односторонним штоком
- с двухсторонним штоком
- телескопический
- с подводом рабочей стрелы через шток, с односторонним штоком
- с подводом рабочей стрелы через шток, с двухсторонним штоком
- с постоянным торможением в конце хода с одной стороны
- с постоянным торможением в конце хода с двух сторон
- с регулируемым торможением в конце хода с одной стороны
- с регулируемым торможением в конце хода с двух сторон

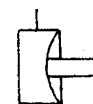


- двухкамерный
- с встроенными механическими замками
- преобразователь давления (мультипликатор или демультипликатор)

- гидроусилитель (бустер) однокамерный

Камера мембранная:

- одностороннего действия



- двустороннего действия





## 8. Регулирующая аппаратура:

- клапан предохранительный с собственным управлением
- клапан предохранительный с дополнительным подводом управления
- клапан предохранительный с собственным управлением непрямого действия
- клапан пропорциональный, поддерживает постоянное отношение давлений  $P_1/P_2$
- клапан дифференциальный, поддерживающий постоянный перепад давлений  $P_1-P_2$
- обратный клапан

Клапан с логической функцией «ИЛИ»

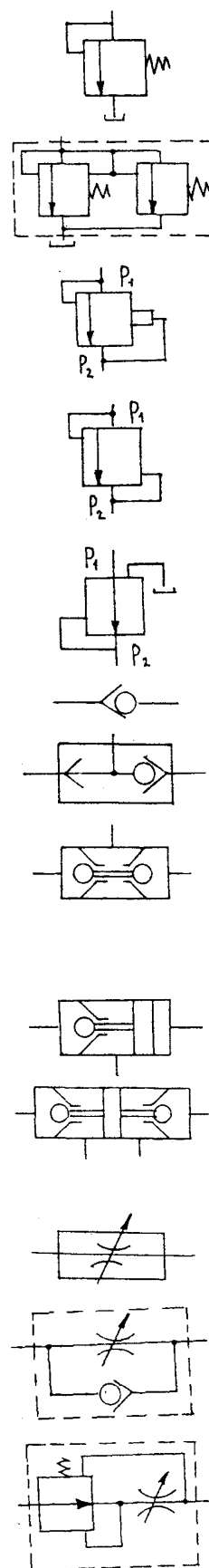
Клапан с логической функцией «И»

Клапан обратный управляемый (гидрозамок):

- односторонний
- двухсторонний

Регуляторы потока:

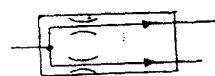
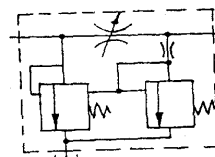
- дроссель
- дроссель с обратным клапаном
- дроссель с регулятором давления



- дроссель с регулятором давления и предохранительным клапаном

Делитель потока

Сумматор потока



## 9. Распределительная аппаратура:

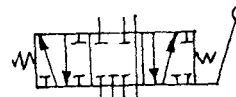
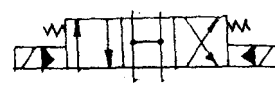
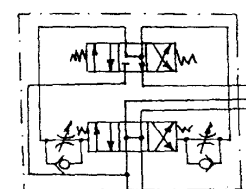
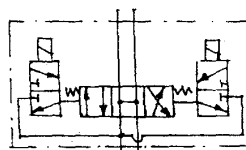
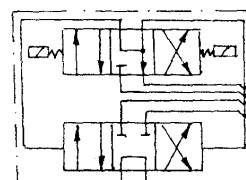
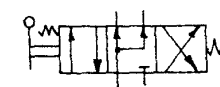
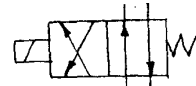
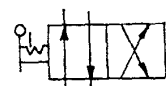
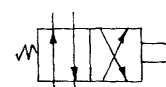
Распределитель 4/2 с управлением:

- от кулачка и пружины с возвратом
- от рукоятки с фиксатором
- от электромагнита с пружинным возвратом
- от двух электромагнитов, для дифференциальной схемы включения

Распределитель 4/3 с управлением:

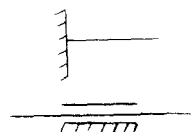
- от рукоятки с автоматической фиксацией среднего положения
- от двух электромагнитов
- с электрогидравлическим управлением от одного вспомогательного распределителя, от независимого потока без регулирования времени срабатывания
- с электрогидравлическим управлением от двух вспомогательных распределителей, от основного потока без регулирования времени срабатывания
- с электрогидравлическим управлением, от одного вспомогательного распределителя, управляемого основным потоком с регулированием времени срабатывания
- электрогидравлическим

Распределитель 7/3 с управлением от рукоятки, пружинами в среднее положение

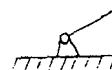


## УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ ПО ГОСТ 2.701-84

**1. Закрепление на неподвижной опоре узла, детали, оси**



**2. Опора для стержня скользящая, закрепленная неподвижно**



**3. Неподвижная опора стержня, совершающего вращательное движение**



**4. Соединения стержней:**

- жесткое

- шарнирное

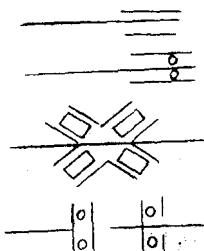
**5. Подшипники:**

- скольжения радиальный

- качения радиальный шариковый

- радиально-упорный роликовый

- упорный

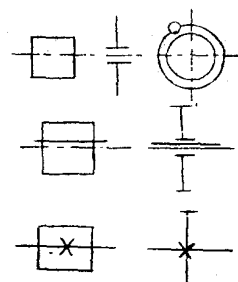


**6. Соединение детали с валом:**

- свободное

- подвижное (на шлицах)

- неподвижное



**7. Соединения двух валов:**

- глухое

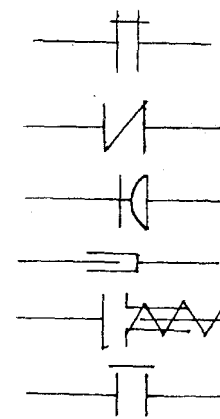
- с эластичной муфтой

- шарнирное

- телескопическое

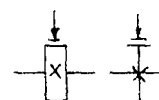
- муфтой предельного момента

- зубчатой муфтой



**8. Тормоза:**

- колодочные



- ленточные

## 9. Ползун в неподвижных направляющих

## 10. Храповый механизм

## 11. Маховик

## 12. Шкив ступенчатый

## 13. Передачи:

- клиноременная

- фрикционная

- плоскоременная

- зубчатая цилиндрическая

- зубчатая коническая

- червячная

- реечная

## 14. Винт с гайкой

## 15. Пружины:

сжатия цилиндрическая

крученная

